



(11) **EP 1 997 875 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.12.2008 Patentblatt 2008/49

(51) Int Cl.:
C12M 1/107^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08156915.4**

(22) Anmeldetag: **26.05.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(72) Erfinder: **Lutz, Peter**
81927, München (DE)

(74) Vertreter: **Winter, Brandl, Fürniss, Hübner Röss, Kaiser, Polte Partnerschaft Patent- und Rechtsanwaltskanzlei**
Alois-Steinecker-Strasse 22
85354 Freising (DE)

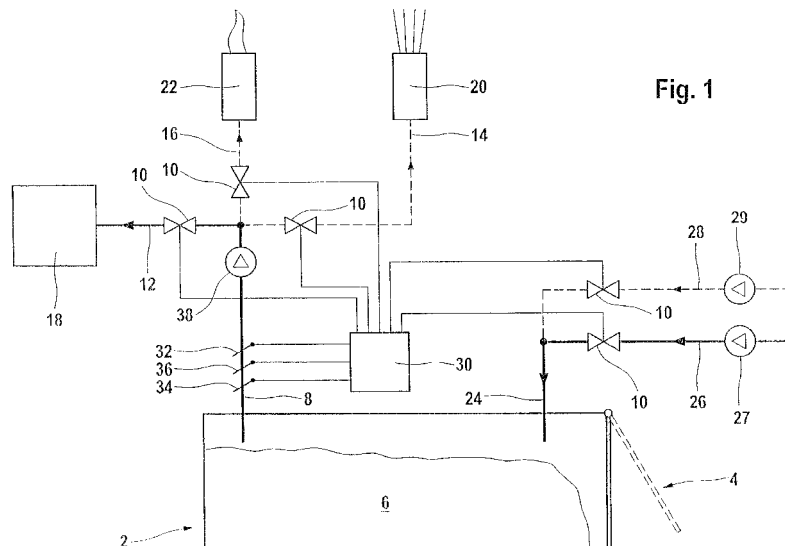
(30) Priorität: **29.05.2007 DE 102007024911**

(71) Anmelder: **Bekon Energy Technologies GmbH & Co.Kg**
85774 Unterföhring (DE)

(54) **Biogasanlage zur Erzeugung von Biogas aus Biomasse sowie Verfahren zum Betreiben der Biogasanlage**

(57) Es wird eine Biogasanlage zur Erzeugung von Biogas aus Biomasse mit wenigstens einem Fermenter, ein Verfahren zum sicheren Abschalten eines Fermenters und ein Verfahren zum sicheren Anfahren eines Fermenters angegeben. Zum Entladen verbrauchter Biomasse und zum Beladen mit frischer Biomasse müssen die einzelnen Fermenter von Zeit zu Zeit abgeschaltet werden, d. h. die Biogasproduktion muss gestoppt werden. Hierbei muss aus sicherheitstechnischen verhindert werden, dass während des Ent- und Beladens der einzelnen Fermenter ein explosives Biogas/Luft-Gemisch entsteht. Durch das Spülen des Fermenters während des

Abschaltens mit kohlendioxidhaltigem Abgas wird zum einen ein explosives Biogas/Luft-Gemisch verhindert und andererseits wird die Biogasproduktion solange wie möglich aufrecht erhalten, d. h. das Biogas/Abgas-Gemisch des abzuschaltenden Fermenters wird solange weiter dem Biogasverbraucher zugeführt, bis Qualität dieses Gemisches unter einen vorbestimmten Grad absinkt. Erst wenn die Methankonzentration im Biogasauslass unter einen oberen Grenzwert absinkt, wird die zum Biogasverbraucher führende Biogasleitung von dem Biogasauslass getrennt. Danach wird das nur noch wenig Methan enthaltende Biogas/Abgas-Gemisch über einen Abluftkamin abgeführt.



EP 1 997 875 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Biogasanlage zur Erzeugung von Biogas aus Biomasse mit wenigstens einem Fermenter nach Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Abschalten eines Fermenters nach Anspruch 10 und ein Verfahren zum Anfahren eines Fermenters nach Anspruch 14.

[0002] Die so genannte "Trockenfermentation" erlaubt es, schüttfähige Biomassen aus der Landwirtschaft, aus Bioabfällen und kommunalen Pflegeflächen zu methanisieren, ohne die Materialien in ein pumpfähiges, flüssiges Substrat zu überführen. Es können Biomassen mit bis zu 50% Trockensubstanzanteil vergoren werden. Dieses Trockenfermentations-Verfahren ist beispielsweise in der EP 0 934 998 beschrieben.

[0003] Bei der "trockenen" Vergärung wird das zu vergärende Material nicht in eine flüssige Phase eingerührt, wie das zum Beispiel bei der Flüssigvergärung von Bioabfällen der Fall ist. Stattdessen wird das in den Fermenter eingebrachte Gärsubstrat ständig feucht gehalten, indem das Perkolat am Fermenterboden abgezogen und über der Biomasse wieder versprüht wird. So werden optimale Lebensbedingungen für die Bakterien erreicht. Bei der Rezirkulation des Perkolats kann zusätzlich die Temperatur reguliert werden, und es besteht die Möglichkeit, Zusatzstoffe für eine Prozessoptimierung zuzugeben.

[0004] Aus der WO 02/06439 ist ein Bioreaktor bzw. ein Fermenter in Form einer Fertiggarage bekannt, der nach dem Prinzip der Trockenfermentation im sogenannten Batch-Verfahren betrieben wird. Hierbei wird nach einer Animpfung mit bereits vergorenem Material wird das Gärsubstrat mit Radladern in den Fermenter gefüllt. Der garagenförmig aufgebaute Gärbehälter wird mit einem gasdichten Tor verschlossen. Die Biomasse wird unter Luftabschluss vergoren, dabei erfolgt keine weitere Durchmischung und es wird kein zusätzliches Material zugeführt. Das aus dem Gärgut sickende Perkolat wird über eine Drainagerinne abgezogen, in einem Tank zwischengespeichert und zur Befeuchtung wieder über dem Gärsubstrat versprüht. Der Gärprozess findet im mesophilen Temperaturbereich bei 34-37° C statt, die Temperierung erfolgt mittels einer Boden- und Wandheizung.

[0005] Das entstehende Biogas kann in einem Blockheizkraftwerk zur Gewinnung von Strom und Wärme genutzt werden. Damit immer genug Biogas für das Blockheizkraftwerk zur Verfügung steht, werden in der Trockenfermentationsanlage mehrere Gärbehälter zeitlich versetzt betrieben. Am Ende der Verweilzeit wird der Fermenterraum vollständig entleert und dann neu befüllt. Das vergorene Substrat wird einer Nachkompostierung zugeführt, so dass ein konventionellen Komposten vergleichbarer organischer Dünger entsteht.

[0006] Bedingt durch den Batch-Betrieb müssen die einzelnen Fermenter von Zeit zu Zeit abgeschaltet werden, d. h. die Biogasproduktion muss gestoppt werden, die vergorene Biomasse muss aus dem jeweiligen Fermenter entnommen und frische Biomasse muss in den Fermenter eingefüllt werden und die Biogasproduktion muss wieder aufgenommen werden. Hierbei muss aus sicherheitstechnischen verhindert werden, dass während des Ent- und Beladens der einzelnen Fermenter ein explosives Biogas/Luft-Gemisch entsteht.

[0007] Hierzu ist es aus der EP 1 301 583 B1 bekannt, einen laufenden Fermenter im Falle von Explosionsgefahr, d. h. Luft ist in den Fermenter eingedrungen, mit kohlendioxidhaltigem Abgas aus dem mit Biogas betriebenen Blockheizkraftwerk zu fluten.

[0008] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ausgehend von einer Biogasanlage nach EP 1 301 583 B das Entladen von verbrauchter Biomasse aus und das Beladen des Fermenters mit frischer Biomasse sicher zu gestalten.

[0009] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale der Ansprüche 1, 10 und 14.

[0010] Die Biogasanlage nach Anspruch 1 umfasst die notwendigen Komponenten um ein sicheres Abschalten und Entladen und ebenso ein sicheres Anfahren eines Fermenters zu ermöglichen.

[0011] Durch die Maßnahmen nach Anspruch 10 wird die Biogasproduktion und -verwertung auch während des Abschaltens und Spülens mit kohlendioxidhaltigem Abgas solange wie möglich aufrecht erhalten, d. h. das Biogas/Abgas-Gemisch des abzuschaltenden Fermenters wird solange weiter dem Biogasverbraucher zugeführt, bis Qualität dieses Gemisches unter einen vorbestimmten Grad absinkt. Erst wenn die Methankonzentration im Biogauslass unter einen oberen Grenzwert absinkt, wird die zum Biogasverbraucher führende Biogasleitung von dem Biogauslass getrennt. Danach wird das nur noch wenig Methan enthaltende Biogas/Abgas-Gemisch über einen Abluftkamin abgeführt. Dies erfolgt solange, bis die Methankonzentration auf einen unteren Grenzwert abgesunken ist, bei dem nahezu kein Methan mehr in dem Biogas/Abgas-Gemisch enthalten ist. Danach wird der abzuschaltende Fermenter anstelle mit kohlendioxidhaltigem Abgas mit Frischluft gespült und das Abgas/Biogas/Frischluft-Gemisch wird solange über den Abluftkamin abgeführt, bis die Kohlendioxidkonzentration in dem Abgas/Biogas/Frischluft-Gemisch auf einen ersten Grenzwert abgesunken ist. Erst dann wird der Fermenter geöffnet, um die verbrauchte Biomasse zu entladen und um den Fermenter erneut mit frischer Biomasse zu beladen. Durch die vorausgehenden Spülvorgänge mit Abgas und Frischluft ist das Öffnen und Ent- und Beladen des Fermenters ohne Gefahr für das Bedienungspersonal möglich.

[0012] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 11 wird das Biogas/Abgas-Gemisch bei Erreichen des oberen Grenzwertes der Methankonzentration nicht über den Abluftkamin an die Umwelt abgegeben, sondern einer Abgasfackel zugeführt und dort abgefackelt, Gegebenfalls kann die Abgasfackel mit zusätzlichem Brennstoff versorgt werden, so dass in jedem Fall eine Verbrennung statt findet. Das Abfackeln des Biogas/Abgas-Gemisches

erfolgt solange, bis die Methankonzentration in dem Biogas/Abgas-Gemisch einen mittleren Grenzwert unterschreitet, der zwischen dem oberen und dem unteren Grenzwert liegt.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 12 wird während des Ent- und Beladens des abgeschalteten Biofermenters über die offene Be- und Entladeöffnung Frischluft angesaugt und das angesaugte Gasgemisch wird über den Spülgaseinlass oder über den Biogasauslass dem Abluftkamin zugeführt. Alternativ kann auch ein spezieller Frischluftabsauganschluss in dem Fermenter vorgesehen werden.

[0014] Durch die vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung nach Anspruch 13 wird sichergestellt, dass während des Ent- und Beladens des Fermenters kontinuierlich Frischluft angesaugt wird

[0015] Durch das erfindungsgemäße Verfahren zum (Wieder-)Anfahren des abgeschalteten Fermenters nach Anspruch 14 und 15 wird sicher verhindert, dass beim Anfahren ein explosives Biogas/Luft-Gemisch entsteht.

[0016] Das Aufschalten des wieder angefahrenen Fermenters auf die Biogasleitung erfolgt bei einem vierten Grenzwert der Methankonzentration, der gleich dem oberen Grenzwert ist - Anspruch 16.

[0017] Das Abgas zur Spülung des abzuschaltenden Fermenters wird beispielsweise von einer Verbrennungskraftmaschine bereit gestellt - Anspruch 17.

[0018] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung nach Anspruch 18 wird das kohlendioxidhaltige Abgas aus einer dem wenigstens einen Fermenter nach geschalteten Biogasaufbereitungseinrichtung bereitgestellt.

[0019] Die übrigen Unteransprüche beziehen sich auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0020] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung zeigt die nachfolgende Beschreibung beispielhafter Ausführungsformen anhand der Zeichnungen:

Es zeigt:

Fig. 1 bis 7 schematische Darstellungen verschiedener Betriebszustände während des Abschaltens und während des (Wieder-) Anfahrens eines Fermenters;

Fig. 8 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung mit einem Fermenter; und

Fig. 9 bis 15 schematische Darstellungen verschiedener Betriebszustände einer Biogasanlage mit drei Fermentern während des Abschaltens und während des (Wieder-) Anfahrens eines Fermenters

[0021] Die Figuren 1 bis 7 zeigen eine erste Ausführungsform einer Biogasanlage gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem einzelnen Fermenter 2. Der Fermenter 2 ist quaderförmig und besitzt in etwa den Aufbau einer Fertiggarage. Über eine Be- und Entladeöffnung 4, die sich über eine der Stirnseiten des quaderförmigen Fermenters 2 erstreckt, lässt sich Biomasse 6 mittels eines Radladers in den Fermenter 2 einfüllen und wieder entnehmen. Hinsichtlich des genauen Aufbaus des Fermenters 2 wird auf die WO 02/06439 verwiesen.

[0022] Der Fermenter 2 umfasst weiter einen Biogasauslass 8, der über Ventile 10 mit einer Biogasleitung 12, einer ersten Biogas/Abgas-Leitung 14 und einer zweiten Biogas/Abgas-Leitung 16 verbindbar sind. Die Biogasleitung 12 führt zu einem Blockheizkraftwerk 18 als Biogasverwertungseinrichtung. Die erste Biogas/Abgas-Leitung 14 führt zu einem Abgaskamin 20. Die zweite Biogas/Abgas-Leitung 16 führt zu eine Abgasfackel 22, Weiter umfasst der Fermenter 2 einen Spülgaseinlass 24, der über Ventile 10 mit einer Abgasleitung 26 oder einer Frischluftleitung 28 verbindbar ist. In der Abgasleitung 26 ist ein Abgasgebläse 27 angeordnet, mittels dem Abgas in den Fermenter 2 gepumpt werden kann. In der Frischluftleitung 28 ist ein Frischluftgebläse 29 zum Ansaugen von Frischluft aus der Umgebung angeordnet. Über die Abgasleitung 26 wird kohlendioxidhaltiges Abgas als Spülgas und über die Frischluftleitung 28 wird Frischluft in den Fermenter 2 geführt.

[0023] Die Ventile 10 sind mit einer Steuereinrichtung 30 verbunden und werden durch die Steuereinrichtung 30 geöffnet oder geschlossen. Die Steuereinrichtung 30 ist auch mit einem ersten Messfühler 32 verbunden, der im Biogasauslass 8 angeordnet ist und die Methankonzentration in dem jeweiligen Gasgemisch erfasst. Die Steuereinrichtung 30 ist weiter mit einem zweiten Messfühler 34 verbunden, der ebenfalls im Biogasauslass 8 angeordnet ist und die Kohlendioxidkonzentration in dem jeweiligen Gasgemisch erfasst. Die Steuereinrichtung 30 ist auch mit einem dritten Messfühler 36 verbunden, der im Biogasauslass 8 angeordnet ist und den Gasvolumenstrom in dem Biogasauslass erfasst. Über ein in dem Biogasauslass angeordnetes Gebläse 38 kann der Abzug von Gas aus dem Fermenter 2 gegebenenfalls unterstützt werden.

[0024] In den Figuren 1 bis 7 sind verschiedenen Phasen des Abschaltens und Anfahrens des Fermenters 2 dargestellt, wobei aktive Leitungen und Stellungen von Komponenten durchgezogen dargestellt sind, während nichtaktive bzw. abgesperrte Leitungen und Stellungen von Komponenten strichliert dargestellt sind.

[0025] Fig. 1 zeigt die erste Phase des Abschaltens des Fermenters 2 bei der kohlendioxidhaltiges Abgas über die Abgasleitung 26 und den Spülgaseinlass 24 in das Innere des Fermenters 2 gepumpt wird. Der Biogasauslass 8 ist nach wie vor mit der Biogasleitung 12 verbunden, so dass das Biogas/Abgas-Gemisch weiter dem BHKW 18 zugeführt

wird.

[0026] Erst wenn die durch den ersten Messfühler 32 in dem Biogasauslass 8 erfasste Methankonzentration unter einen oberen Grenzwert abgesunken ist, wird das Ventil 10 in der Biogasleitung 12 durch die Steuereinrichtung 30 geschlossen und das Ventil 10 in der zweiten Biogas/Abgas-Leitung 16 wird geöffnet, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. In dieser zweiten Phase des Abschaltens des Fermenters 2 wird das Biogas/Abgas-Gemisch in der Abgasfackel 22 verbrannt. Gegebenenfalls kann dieser Verbrennungsprozess durch Zugabe von zusätzlichem Brennstoff unterstützt werden.

[0027] Wenn die durch den ersten Messfühler 32 in dem Biogasauslass 8 erfasste Methankonzentration unter einen mittleren Grenzwert abgesunken ist, wird das Ventil 10 in der zweiten Biogas/Abgas-Leitung 16 durch die Steuereinrichtung 30 geschlossen und das Ventil 10 in der ersten Biogas/Abgas-Leitung 14 wird geöffnet, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist. In dieser dritten Phase des Abschaltens des Fermenters 2 wird das Biogas/Abgas-Gemisch über den Abgaskamin 20 an die Umgebung abgegeben.

[0028] Wenn die durch den ersten Messfühler 32 in dem Biogasauslass 8 erfasste Methankonzentration unter einen unteren Grenzwert abgesunken ist, wird das Ventil 10 in der Abgasleitung 26 durch die Steuereinrichtung 30 geschlossen und das Ventil 10 in der Frischluftleitung 28 wird geöffnet, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist. In dieser vierten Phase des Abschaltens des Fermenters 2 wird über die Frischluftleitung 28 und den Spülgaseinlass 24 Frischluft in den Fermenter 2 gepumpt. Das Abgas/Luft-Gemisch wird weiter über den Biogasauslass 8 und die erste Biogas/Abgas-Leitung 14 in dem Abgaskamin 20 an die Umgebung abgegeben.

[0029] Wenn die durch den zweiten Messfühler 34 in dem Biogasauslass 8 erfasste Kohlendioxidkonzentration unter einen ersten Grenzwert abgesunken ist, wird das Ventil 10 in der Frischluftleitung 28 durch die Steuereinrichtung 30 geschlossen und die Be- und Entladeöffnung 4 geöffnet, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist. Gleichzeitig wird über das Gebläse 38 Frischluft über die offene Be- und Entladeöffnung angesaugt und über den Abgaskamin 20 an die Umgebung abgegeben. Auf diese Weise wird verhindert, dass noch in der vergorenen Biomasse enthaltene Biogasreste während des Entladens eine Gefahr für das Bedienungspersonal darstellen.

[0030] Ist der Fermenter 2 wieder mit frischer Biomasse beladen, wird die Be- und Entladeöffnung 4 geschlossen, die Verbindung zwischen Biogasauslass 8 und Abgaskamin 20 über die erste Biogas/Abgas-Leitung 14 wird aufrecht erhalten und die Steuereinrichtung 30 öffnet das Ventil 10 in der Abgasleitung 26, so das kohlendioxidhaltige Abgas in den Fermenter 2 gepumpt wird - siehe Fig. 6. Dies wird solange fortgesetzt, bis die durch den zweiten Messfühler 34 erfasste Kohlendioxidkonzentration in dem Biogasauslass 8 einen zweiten Grenzwert erreicht bzw. übersteigt.

[0031] Ist dieser zweite Grenzwert für die Kohlendioxidkonzentration erreicht, wird durch die Steuereinrichtung 30 das Ventil 10 in der Abgasleitung 26 und in der ersten Biogas/Abgas-Leitung 14 geschlossen und das Ventil 10 in der Biogasleitung 12 geöffnet, wie dies in Fig. 7 dargestellt ist. Damit ist die Phase der Biogasproduktion wieder erreicht und das in dem Fermenter 2 erzeugte Biogas wird über die Biogasleitung 12 dem BHKW 18 zugeführt.

[0032] Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sind alle Messfühler 32, 34, 36 in dem Biogasauslass 8 angeordnet. Alternativ können der zweite und dritte Messfühler 24, 36 auch in der ersten bzw. zweiten Biogas/Abgas-Leitung 14, 16 angeordnet werden. Fig. 8 zeigt eine alternative Ausgestaltung der Erfindung, die sich von der Ausführungsform nach den Fig. 1 bis 7 dadurch unterscheidet, dass die erste und zweite Biogas/Abgas-Leitung 14, 16 zu einer gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung 40 zusammengefasst sind, bevor sie in den Biogasauslass 8 münden. Der zweite Messfühler zur Erfassung der Kohlendioxidkonzentration ist in der gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung 40 angeordnet und der dritte Messfühler 36 ist in der ersten Biogas/Abgas-Leitung 14 angeordnet. Im übrigen stimmt diese zweite Ausführungsform der Erfindung mit der ersten Ausführungsform überein. Auch die Funktionsweise ist identisch.

[0033] Die Figuren 9 bis 15 zeigen eine dritte Ausführungsform einer Biogasanlage gemäß der vorliegenden Erfindung, bei der drei Fermenter 2-1, 2-2 und 2-3 im Parallelbetrieb vorgesehen sind.. Einander entsprechende Komponenten sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Bei der Biogasanlage nach den Figuren 9 bis 15 ist jeder der drei Fermenter 2-i mit einem Spülgaseinlass 24-1, 24-2 und 24-3 versehen, die jeweils mit einem Ventil 10 absperrbar sind. Die drei Spülgaseinlässe 24-i sind zu einem gemeinsamen Spülgaseinlass 42 zusammengefasst. In den gemeinsamen Spülgaseinlass 42 münden eine Abgasleitung 26 und eine Frischluftleitung 28, die jeweils durch ein Ventil 10 absperrbar sind.

[0034] Jeder der drei Fermenter 2-i ist mit einem Biogasauslass 8-1, 8-2 und 8-3 versehen, der jeweils mit einem Ventil 10 absperrbar sind. Die erste Biogas/Abgas-Leitung 14 zu dem Abgaskamin 20 und die zweite Biogas/Abgas-Leitung 16 zu der Abgasfackel 22 sind zu einer gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung 40 zusammengefasst in der ein Gebläse 38 angeordnet ist. Nach dem Gebläse 38 spaltet sich die gemeinsame Biogas/Abgas-Leitung 40 auf in eine erste, eine zweite und eine dritte Teil-Biogas/Abgas-Leitung 40-1, 40-2 und 40-3. Die erste Teil-Biogas/Abgas-Leitung 40-1 mündet zwischen Ventil 10 und dem ersten Biofermenter 2-1 in den ersten Biogasauslass 8-1. Die zweite Teil-Biogas/Abgas-Leitung 40-2 mündet zwischen Ventil 10 und dem zweiten Biofermenter 2-2 in den zweiten Biogasauslass 8-2. Die dritte Teil-Biogas/Abgas-Leitung 40-3 mündet zwischen Ventil 10 und dem dritten Biofermenter 2-3 in den dritten Biogasauslass 8-3. Die drei Teil-Biogas/Abgas-Leitungen 40-1, 40-2 und 40-3 sind jeweils durch ein Ventil 10 absperrbar. Die drei Biogasauslässe 8-1, 8-2 und 8-3 münden in eine gemeinsame Biogasleitung 12, die zu einem Blockheizkraftwerk

18 führt. Eine Auspuffleitung 44 aus dem BHKW 18 mündet einen zweiten Abgaskamin 46. Die Abgasleitung 26 ist über ein 3-Wege-Ventil 48 mit der Auspuffleitung 44 verbunden, d. h. das in dem BHKW 18 anfallende kohlendioxidhaltige Abgas wird zum Spülen eines abzuschaltenden Fermenters 2-i verwendet. Durch das 3-Wege-Ventil kann der Volumenstrom des Abgases, der zum Spülen eines Fermenters 2-i über die Abgasleitung 26 geschickt wird und die Menge des Abgases, die über den zweiten Abgaskamin 46 an die Umgebung abgegeben wird, geregelt werden.

[0035] Ein erster Messfühler 32 ist zur Erfassung der Methankonzentration in der gemeinsamen Biogasleitung 12 angeordnet. Ein zweiter Messfühler 34 zur Erfassung der Kohlendioxidkonzentration, ein dritter Messfühler 36 zur Erfassung des Volumenstroms und vierter Messfühler 50 zur Erfassung der Methankonzentration ist in der gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung 40 in Strömungsrichtung nach dem Gebläse 38 angeordnet. Die vier Messfühler 32, 34, 36 und 50 sind mit einer Steuereinrichtung 30 verbunden. Ebenfalls mit der Steuereinrichtung verbunden sind die verschiedenen Ventile 10. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind diese Steuerleitungen nicht in den Figuren 9 bis 15 eingezeichnet.

[0036] In den Figuren 9 bis 15 wird das Abschalten und wieder Anfahren des zweiten Fermenters 2-2 dargestellt, wobei die Figuren 9 bis 15 die gleichen Phasen und Betriebszustände wie die Figuren 1 bis 7 darstellen. Die Biogasproduktion des ersten und dritten Fermenters 2-1 und 2-3 läuft während des Abschaltens und wieder Anfahrens des zweiten Fermenters 2-2 kontinuierlich durch.

[0037] Fig. 9 zeigt die erste Phase des Abschaltens des Fermenters 2-2 bei der kohlendioxidhaltiges Abgas aus dem BHKW 18 über das 3-Wege-Ventil 48 und die Abgasleitung 26, das Abgasgebläse 27 und den zweiten Spülgaseinlass 24-2 in das Innere des Fermenters 2-2 gepumpt wird. Der zweite Biogasauslass 8-2 ist nach wie vor mit der gemeinsamen Biogasleitung 12 verbunden, so dass das Biogas/Abgas-Gemisch weiter dem BHKW 18 zugeführt wird.

[0038] Erst wenn die durch den ersten Messfühler 32 in der gemeinsamen Biogasleitung 12 erfasste Methankonzentration unter einen oberen Grenzwert abgesunken ist, wird das Ventil 10 im zweiten Biogasauslass 8-2 durch die Steuereinrichtung 30 geschlossen und das Ventil 10 in der zweiten Teil-Biogas/Abgas-Leitung 40-2 und in der zweiten Biogas/Abgas-Leitung 16 wird geöffnet, wie dies in Fig. 10 dargestellt ist. In dieser zweiten Phase des Abschaltens des Fermenters 2-2 wird das Biogas/Abgas-Gemisch in der Abgasfackel 22 verbrannt. Gegebenenfalls kann dieser Verbrennungsprozess durch Zugabe von zusätzlichem Brennstoff unterstützt werden.

[0039] Wenn die durch den vierten Messfühler 50 in der gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung 40 erfasste Methankonzentration unter einen mittleren Grenzwert abgesunken ist, wird das Ventil 10 in der zweiten Biogas/Abgas-Leitung 16 durch die Steuereinrichtung 30 geschlossen und das Ventil 10 in der ersten Biogas/Abgas-Leitung 14 wird geöffnet, wie dies in Fig. 11 dargestellt ist. In dieser dritten Phase des Abschaltens des Fermenters 2-2 wird das Biogas/Abgas-Gemisch über den Abgaskamin 20 an die Umgebung abgegeben.

[0040] Wenn die durch den vierten Messfühler 50 in der gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung 40 erfasste Methankonzentration unter einen unteren Grenzwert abgesunken ist, wird das Ventil 10 in der Abgasleitung 26 durch die Steuereinrichtung 30 geschlossen, das 3-Wege-Ventil 48 wird entsprechend geschaltet und das Ventil 10 in der Frischluftleitung 28 wird geöffnet, wie dies in Fig. 12 dargestellt ist. In dieser vierten Phase des Abschaltens des Fermenters 2-2 wird über die Frischluftleitung 28 und den Spülgaseinlass 24 durch das Frischluftgebläse 29 Frischluft, in den Fermenter 2-2 gepumpt. Das Abgas/Luft-Gemisch wird weiter über den zweiten Biogasauslass 8-2, die zweite Teil-Biogas/Abgas-Leitung 40-2, die gemeinsame Biogas/Abgas-Leitung 40 und die erste Biogas/Abgas-Leitung 14 in dem Abgaskamin 20 an die Umgebung abgegeben. Gegebenenfalls kann dies durch das Gebläse 38 unterstützt werden.

[0041] Wenn die durch den zweiten Messfühler 34 in der gemeinsamen Biogasleitung 40 erfasste Kohlendioxidkonzentration unter einen ersten Grenzwert abgesunken ist, wird das Ventil 10 in der Frischluftleitung 28 durch die Steuereinrichtung 30 geschlossen und das Frischluftgebläse 29 abgeschaltet, wie dies in Fig. 13 dargestellt ist. Die in den Figuren 9 bis 15 nicht dargestellte Be- und Entladeöffnung wird geöffnet. Gleichzeitig wird über das Gebläse 38 in die gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung 40 Frischluft über die offene Be- und Entladeöffnung angesaugt und über den Abgaskamin 20 an die Umgebung abgegeben. Auf diese Weise wird verhindert, dass noch in der vergorenen Biomasse enthaltene Biogasreste während des Entladens eine Gefahr für das Bedienungspersonal darstellen. Auch Abgase eines zum Be- und Entladen verwendeten Radladers werden damit abgesaugt.

[0042] Ist der Fermenter 2-2 wieder mit frischer Biomasse beladen, wird die Be- und Entladeöffnung geschlossen, die Verbindung zwischen zweiten Biogasauslass 8-2 und Abgaskamin 20 über die zweite Teil-Biogas/Abgas-Leitung 40-2, die gemeinsame Biogas/Abgas-Leitung und die erste Biogas/Abgas-Leitung 14 wird aufrecht erhalten und die Steuereinrichtung 30 öffnet das Ventil 10 in der Abgasleitung 26 und schaltet das 3-Wege-Ventil 48 in der Auspuffleitung 44 des BHKW 18, so das kohlendioxidhaltiges Abgas in den Fermenter 2-2 gepumpt wird - siehe Fig. 14. Dies wird solange fortgesetzt, bis die durch den zweiten Messfühler 34 erfasste Kohlendioxidkonzentration in der gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung 40 einen zweiten Grenzwert erreicht bzw. übersteigt.

[0043] Ist dieser zweite Grenzwert für die Kohlendioxidkonzentration erreicht, wird durch die Steuereinrichtung 30 das Ventil 10 in der Abgasleitung 26 geschlossen, das 3-Wege-Ventil 38 geschaltet, das Ventil 10 in der zweiten Teil-Biogas/Abgas-Leitung 40-2 wird geschlossen und das Ventil 10 in dem zweiten Biogasauslass 8-2 geöffnet, wie dies in Fig. 15 dargestellt ist. Damit hat auch der zweite Fermenter 2-2 wieder die Phase der Biogasproduktion erreicht und das in dem Fermenter 2-2 erzeugte Biogas wird über die Biogasleitung 12 dem BHKW 18 zugeführt. Die Zuschaltung des Biogas-

EP 1 997 875 A1

auslasses 8-2 zu der gemeinsamen Biogasleitung 12 erfolgt erst dann, wenn die durch den vierten Messfühler 50 erfasste Methankonzentration einen vierten Grenzwert erreicht. Dieser vierte Grenzwert stimmt mit dem oberen Grenzwert überein.

[0044] Das Ventil 10 in der Abgasleitung 26 kann entfallen, da dessen Funktion auch durch das 3-Wege-Ventil 48 übernommen werden kann.

[0045] Statt die Biogasleitung 12 direkt mit dem BHKW 18 zu verbinden, kann dem BHKW 18 vorzugsweise eine Gasaufbreitungseinrichtung (nicht dargestellt) vorgeschaltet werden. Durch die Gasaufbereitungseinrichtung wird mittels Druckwasserwäsche, Filtern oder Membranen die Qualität des erzeugten Biogases auf die Qualitätsstufe von Erdgas angehoben, d. h. es wird insbesondere der Methananteil erhöht und der Kohlendioxidanteil wird verringert.

[0046] Nachfolgend sind beispielhafte Zahlenwerte für die verschiedenen Grenzwerte angegeben:

| | | |
|----------------------|---------------------|-------------|
| Methankonzentration: | oberer Grenzwert | 30% bis 50% |
| | mittlerer Grenzwert | 10% bis 20% |
| | unterer Grenzwert | 0% bis 3% |
| | vierter Grenzwert | 30% bis 50% |

| | | |
|----------------------------|-------------------|-------------|
| Kohlendioxidkonzentration: | erster Grenzwert | 0,5% bis 2% |
| | zweiter Grenzwert | 5% bis 15% |

Der Abgasvolumenstrom in der Abgasleitung 26 beträgt je nach Größe der Fermenter und der Menge des zur Verfügung stehenden Abgases zwischen 150 und 1000 m³/h. Der Frischluftvolumenstrom in der Frischluftleitung 28 beträgt zwischen 1000 und 5000 m³/h.

Bezugszeichenliste

[0047]

| | |
|------|------------------------------------------------|
| 2 | Fermenter |
| 4 | Be- und Entladeöffnung |
| 6 | Biomasse |
| 8 | Biogausauslass |
| 10 | Ventile |
| 12 | Biogasleitung |
| 14 | erste Biogas/Abgas-Leitung |
| 16 | zweite Biogas/Abgas-Leitung |
| 18 | Blockheizkraftwerk |
| 20 | Abgaskamin |
| 22 | Abgasfackel |
| 24 | Spülgaseinlass |
| 26 | Abgasleitung |
| 27 | Abgasgebläse |
| 28 | Frischluftleitung |
| 29 | Frischluftgebläse |
| 30 | Steuereinrichtung |
| 32 | erster Messfühler (Methankonzentration) |
| 34 | zweiter Messfühler (Kohlendioxidkonzentration) |
| 36 | dritter Messfühler (Volumenstrom) |
| 38 | Gebläse |
| 40 | gemeinsame Biogas/Abgas-Leitung |
| 40-1 | erste Teil-Biogas/Abgas-Leitung |
| 40-2 | zweite Teil-Biogas/Abgas-Leitung |
| 40-3 | dritte Teil-Biogas/Abgas-Leitung |
| 42 | gemeinsamer Spülgaseinlass |
| 44 | Auspuffleitung |
| 46 | zweiter Abgaskamin |
| 48 | 3-Wege-Ventil |

50 vierter Messfühler (Methankonzentration)

Patentansprüche

- 5
1. Biogasanlage zur Erzeugung von Biogas mit wenigstens einem nach dem Prinzip der Trockenfermentation arbeitenden Fermenter (2) zur Erzeugung von Biogas im Batch-Betrieb mit einem Biogasauslass (8) und einem Spülgaseinlass (24);
 10 einer Biogasleitung (12) die mit dem Biogasauslass (8) verbindbar ist;
 einer Abgasleitung (26) mittels der kohlendioxidhaltiges Abgas dem Spülgaseinlass (24) zuführbar ist;
 einem Abgaskamin (20), der über eine erste Biogas/Abgas-Leitung (14) mit dem Biogasauslass (8) verbindbar ist;
 einer Abgasfackel (22), die über eine zweite Biogas/Abgas-Leitung (16) mit dem Biogasauslass (8) verbindbar ist;
 15 einer Frischluftleitung (28), die mit dem Spülgaseinlass (24) verbindbar ist;
 einer Steuereinrichtung (30) zur Verbindung des Biogasauslasses (8) mit der Biogasleitung (12) oder mit dem Bioabgaskamin (20) über die erste Biogas/Abgas-Leitung (14) oder mit der Abgasfackel (22) über die zweite Biogas/Abgas-Leitung (16) und zur Verbindung des Spülgaseinlasses (24) mit der Abgasleitung (26) oder mit der Frischluftleitung (28); und
 einer Messeinrichtung (32, 34), die mit der Steuereinrichtung (30) verbunden ist und einen ersten Messfühler (32) zur Erfassung der Methankonzentration und einen zweiten Messfühler (34) zur Erfassung der Kohlendioxidkonzentration in dem aus dem wenigstens einen Fermenter (2) austretenden Gasgemisch umfasst.
- 20
2. Biogasanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messeinrichtung (32, 34) in dem Biogasauslass (8) angeordnet ist.
- 25
3. Biogasanlage nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Mehrzahl von Fermentern (2-i) vorgesehen sind, deren Biogasauslässe (8-i) in die gemeinsamen Biogasleitung (12) münden und dass der erste Messfühler zur Erfassung der Methankonzentration in der gemeinsamen Biogasleitung angeordnet ist.
- 30
4. Biogasanlage nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biogasauslässe (8-i) selektiv über eine gemeinsame Biogas/Abgas-Leitung (40) mit dem Abgaskamin (20) oder der Abgasfackel (22) verbindbar sind und dass der zweite Messfühler zur Erfassung der Kohlendioxidkonzentration in der gemeinsamen Biogas/Abgas-Leitung angeordnet ist.
- 35
5. Biogasanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasleitung (26) Abgas aus einer Verbrennungskraftmaschine zuführt.
6. Biogasanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biogasleitung (12) die Verbindung zu einer Biogasverwertungseinrichtung herstellt, die kohlendioxidhaltiges Abgas erzeugt.
- 40
7. Biogasanlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biogasverwertungseinrichtung ein Blockheizkraftwerk (18) umfasst.
8. Biogasanlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biogasverwertungseinrichtung eine Brennstoffzelle umfasst.
- 45
9. Biogasanlage nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Biogasverwertungseinrichtung eine Gasaufbereitungseinrichtung (44) umfasst.
- 50
10. Verfahren zum Abschalten eines Fermenters in einer Biogasanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit den Verfahrensschritten:
- a) Beibehalten der Verbindung zwischen Biogasauslass (8) und Biogasleitung (12);
 b) Verbinden der Abgasleitung (26) mit dem Spülgaseinlass (24) des abzuschaltenden Fermenters (2);
 c) Spülen des abzuschaltenden Fermenters (2) mit Abgas aus der Abgasleitung (26) bis die durch den ersten Messfühler (32) erfasste Methankonzentration auf einen oberen Grenzwert abgesunken ist;
 55 d) Trennen der Biogasleitung (12) von dem Biogasauslass (8) des abzuschaltenden Fermenters (2);
 e) Verbinden des Biogasauslasses (8) des abzuschaltenden Fermenters (2) mit der ersten Biogas/Abgas-Leitung (14) und Zufuhr des Abgas/Biogas-Gemisches zu dem Bioabgaskamin (20) bis die durch den ersten

Messfühler (32) erfasste Methankonzentration auf einen unteren Grenzwert abgesunken ist;
f) Trennen der Abgasleitung (26) von dem Spülgaseinlass (24) des abzuschaltenden Fermenters (2);
g) Verbinden der Frischluftleitung (28) mit dem Spülgaseinlass (24) des abzuschaltenden Fermenters (2) und Zufuhr von Frischluft in den abzuschaltenden Fermenter (2) bis die durch den zweiten Messfühler (34) erfasste Kohlendioxidkonzentration auf einen ersten Grenzwert abgesunken ist; und
h) Öffnen der Be- und Entladeöffnung (4) des abgeschalteten Fermenters (2).

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Verfahrensschritt d) und dem Verfahrensschritt e) folgende Verfahrensschritte ausgeführt werden:

d1) Verbinden des Biogasauslasses (8) des abzuschaltenden Fermenters (2) mit der zweiten Biogas/Abgas-Leitung (16) und Zufuhr des Abgas/Biogas-Gemisches zu der Abgasfackel (22) bis die durch den ersten Messfühler (32) erfasste Methankonzentration auf einen mittleren Grenzwert abgesunken ist, der zwischen dem oberen und dem unteren Grenzwert liegt; und
d2) Trennen des Biogasauslasses (8) des abzuschaltenden Fermenters (2) von der zweiten Biogas/Abgas-Leitung (16).

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, weiter **gekennzeichnet durch** die Verfahrensschritte:

i) Verbinden der Frischluftleitung (28) mit dem Spülgaseinlass (24) und/oder dem Biogasauslass (8); und
j) Zufuhr von Frischluft in den abgeschalteten Fermenter (2) über die Be- und Entladeöffnung (4) **durch** Absaugen über den Spülgaseinlass (24) und/oder den Biogasauslass (8) während des Ent- und Beladens des abgeschalteten Fermenters (2).

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Verfahrensschrittes j) der Mengestrom des über den Spülgaseinlass (24) und/oder den Biogasauslass (8) abgesaugten Luft/Biogas/Abgas-Gemisches durch die Steuereinrichtung (30) überwacht wird .

14. Verfahren zum Anfahren eines frisch mit Biomasse beladenen Fermenters (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 9 mit den Verfahrensschritten:

a) Schließen der Be- und Entladeöffnung (4);
b) Verbinden des Biogasauslasses (8) mit der ersten Biogas/Abgas-Leitung (14);
c) Verbinden der Abgasleitung (26) mit dem Spülgaseinlass (24) des anzufahrenden Fermenters (2) und Zufuhr von Abgas zu dem anzufahrenden Fermenter (2) bis die durch den zweiten Messfühler (34) erfasste Kohlendioxidkonzentration einen zweiten Grenzwertwert erreicht;
d) Trennen der Abgasleitung (26) von dem Spülgaseinlass (24);
e) Trennen der ersten Biogas/Abgas-Leitung (14) von dem Biogasauslass (8);
f) Verbinden der Biogasleitung (12) mit dem Biogasauslass (8).

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verfahrensschritt f) ausgeführt wird, wenn die durch den ersten oder vierten Messfühler (32; 50) erfasste Methankonzentration einen vierten Grenzwert überschreitet.

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der vierte Grenzwert der Methankonzentration gleich dem oberen Grenzwert der Methankonzentration ist.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasleitung (26) mit dem Auspuff einer Verbrennungskraftmaschine verbunden wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasleitung (26) mit dem Auspuff einer kohlendioxidhaltiges Abgas erzeugenden Biogasaufbereitungsseinrichtung verbunden ist.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abgasleitung (26) mit dem Auspuff einer Brennstoffzelle verbunden ist.

Fig. 1

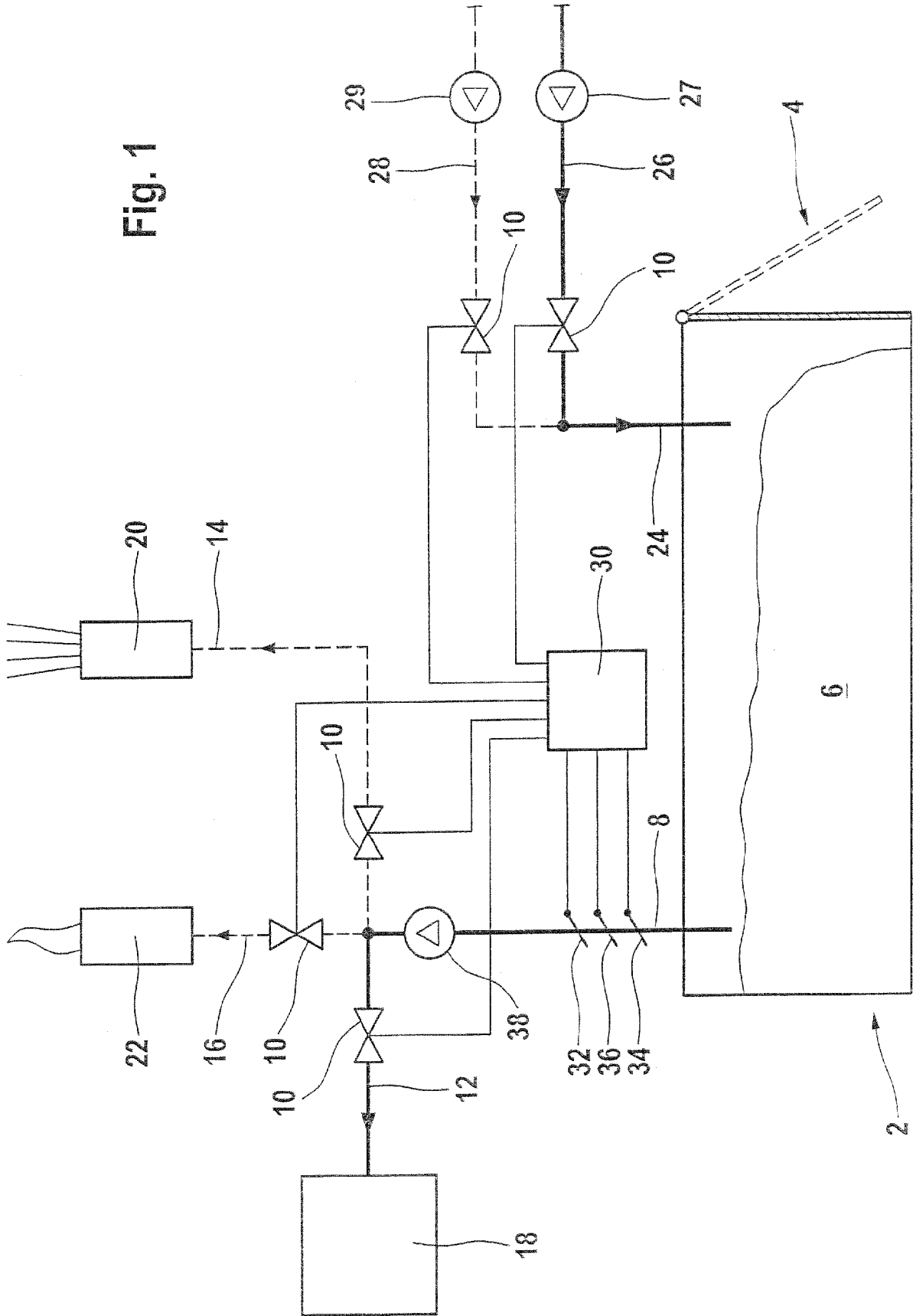


Fig. 2

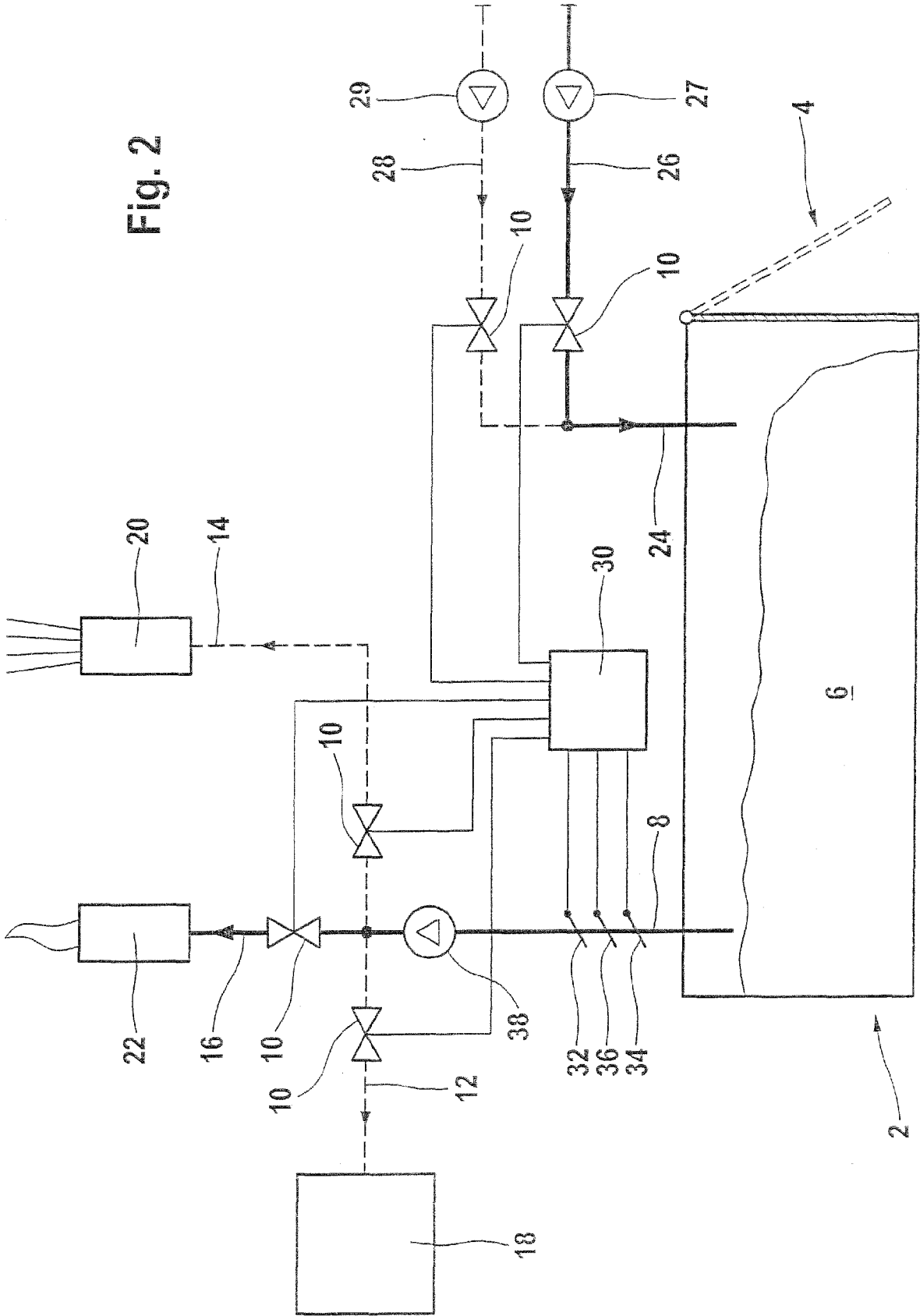


Fig. 3

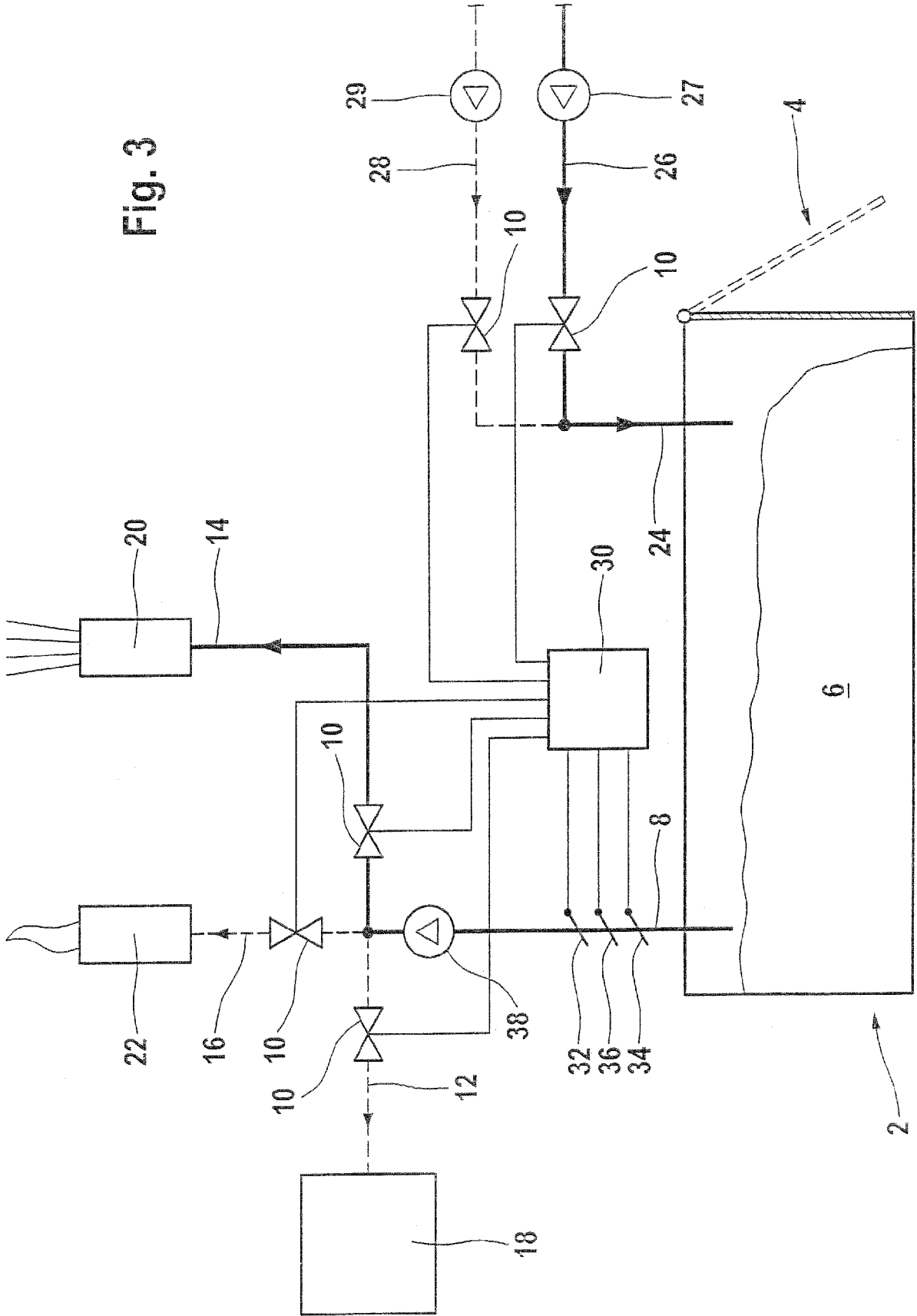


Fig. 4

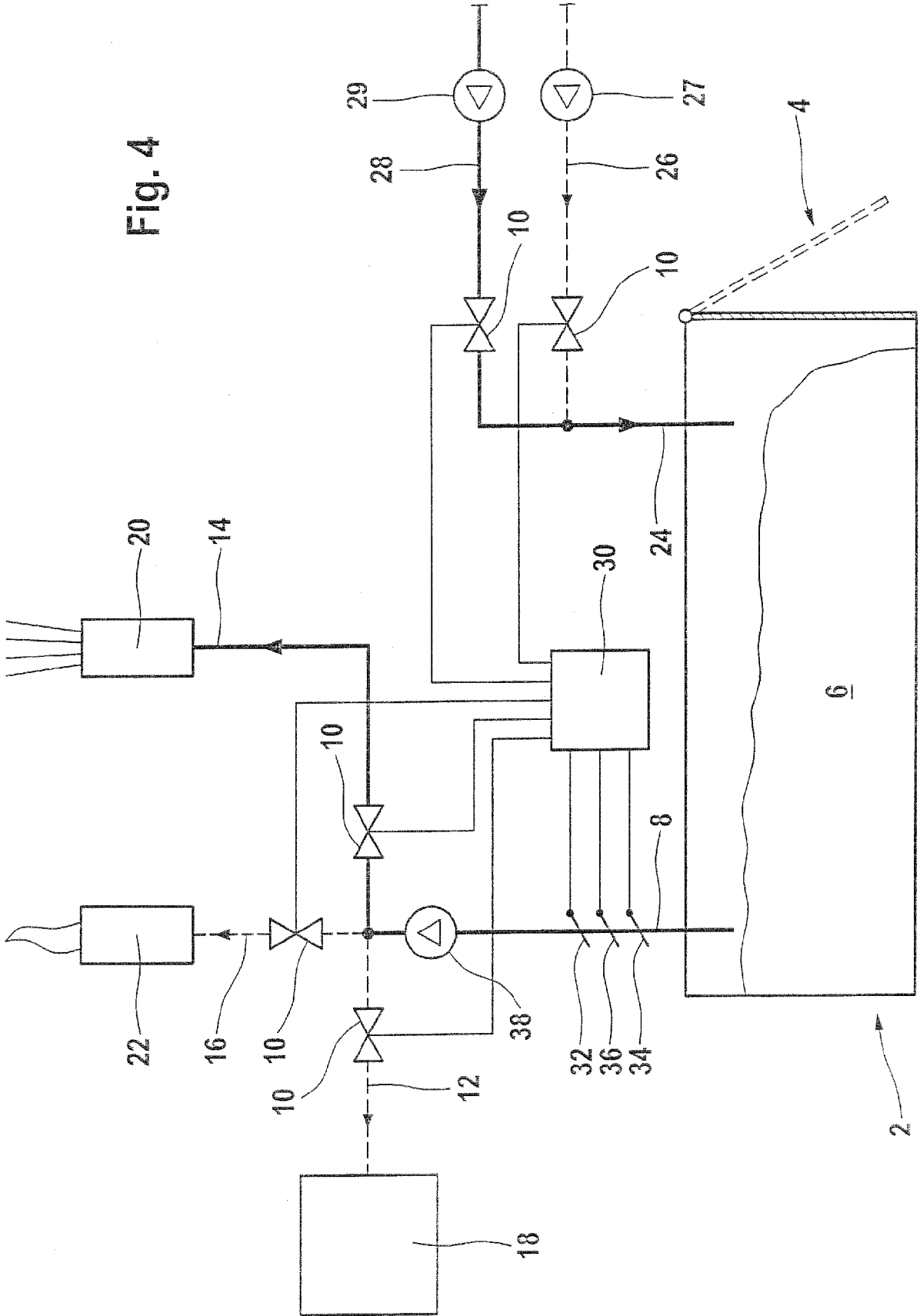


Fig. 5

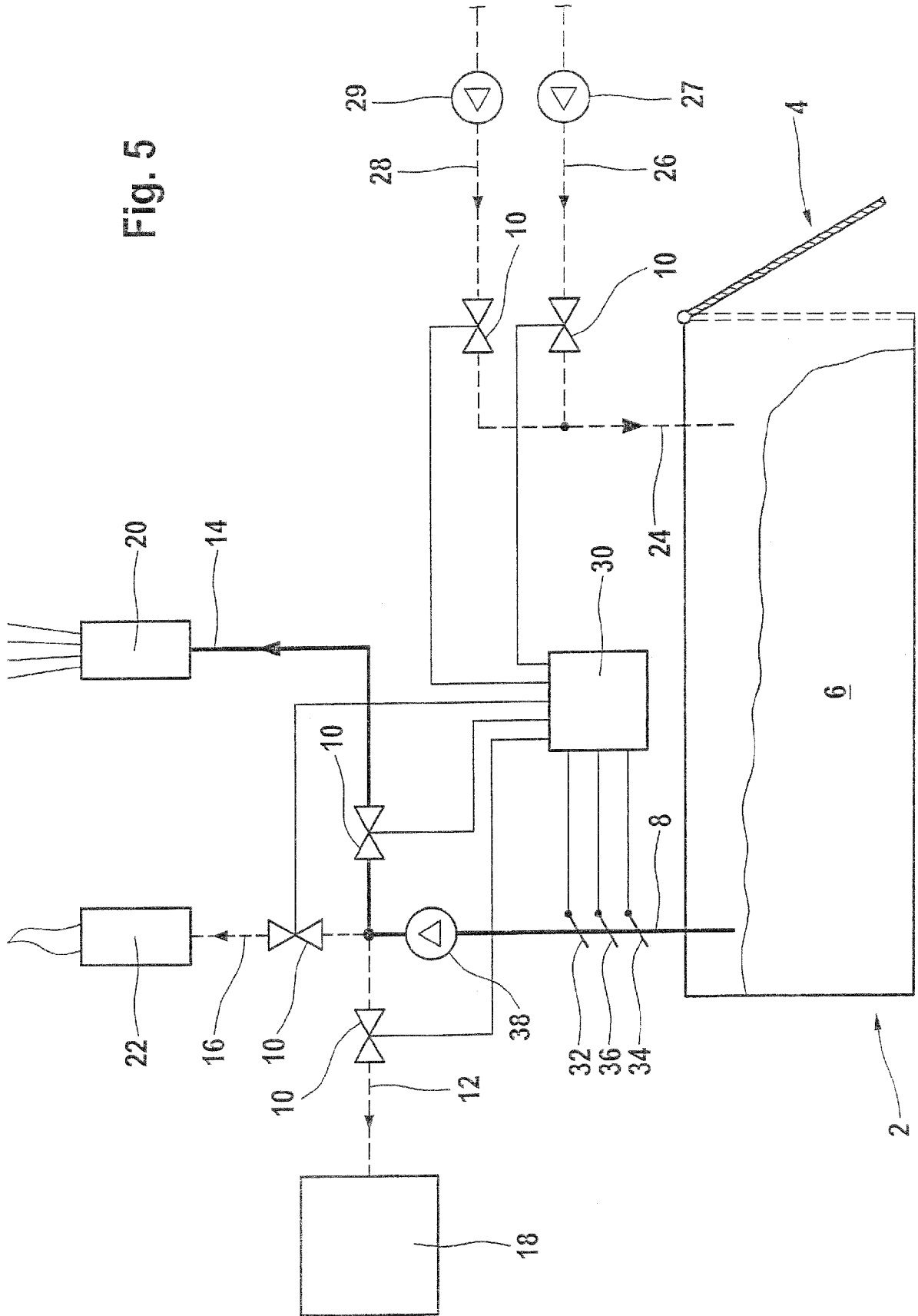


Fig. 6

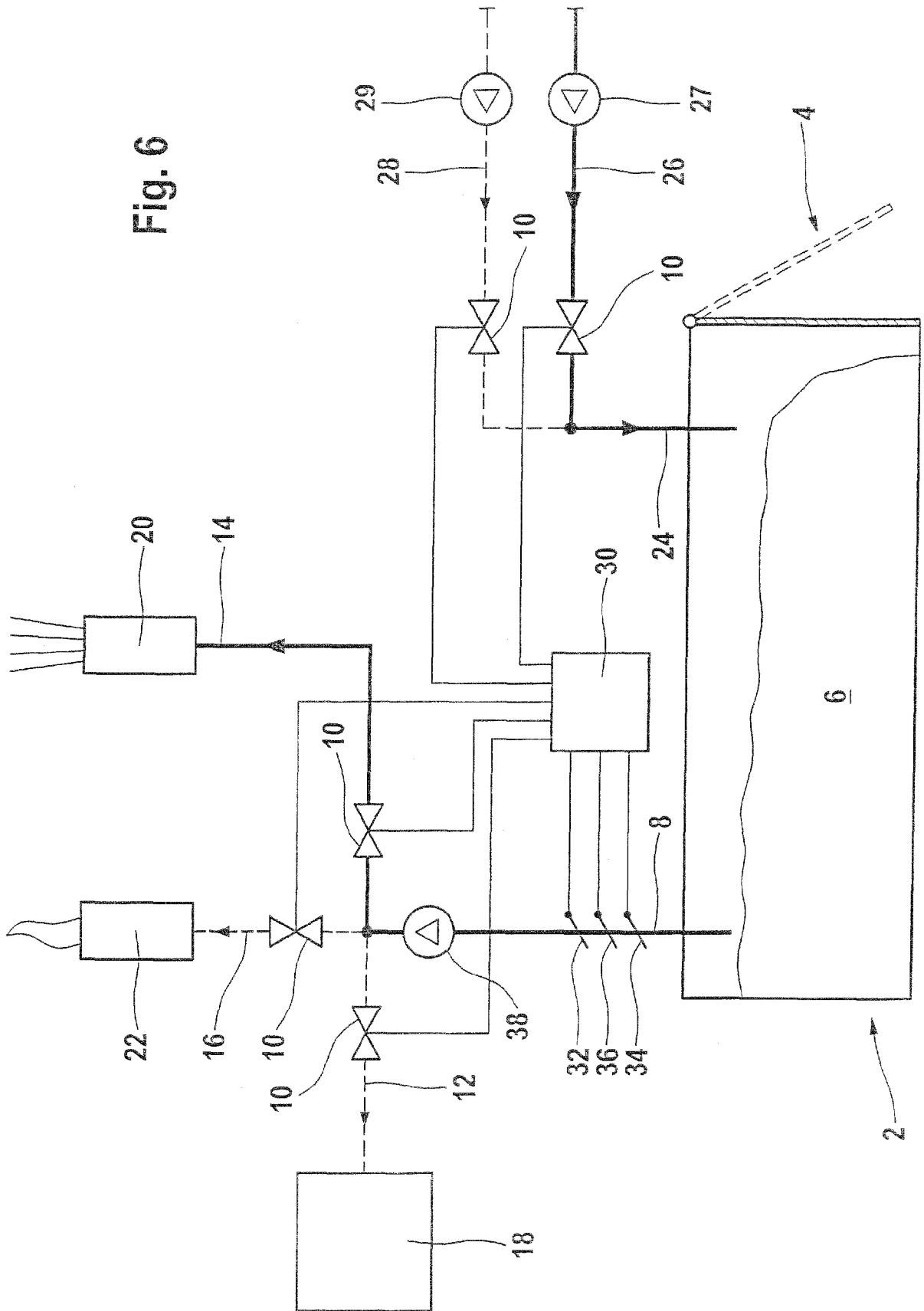


Fig. 7

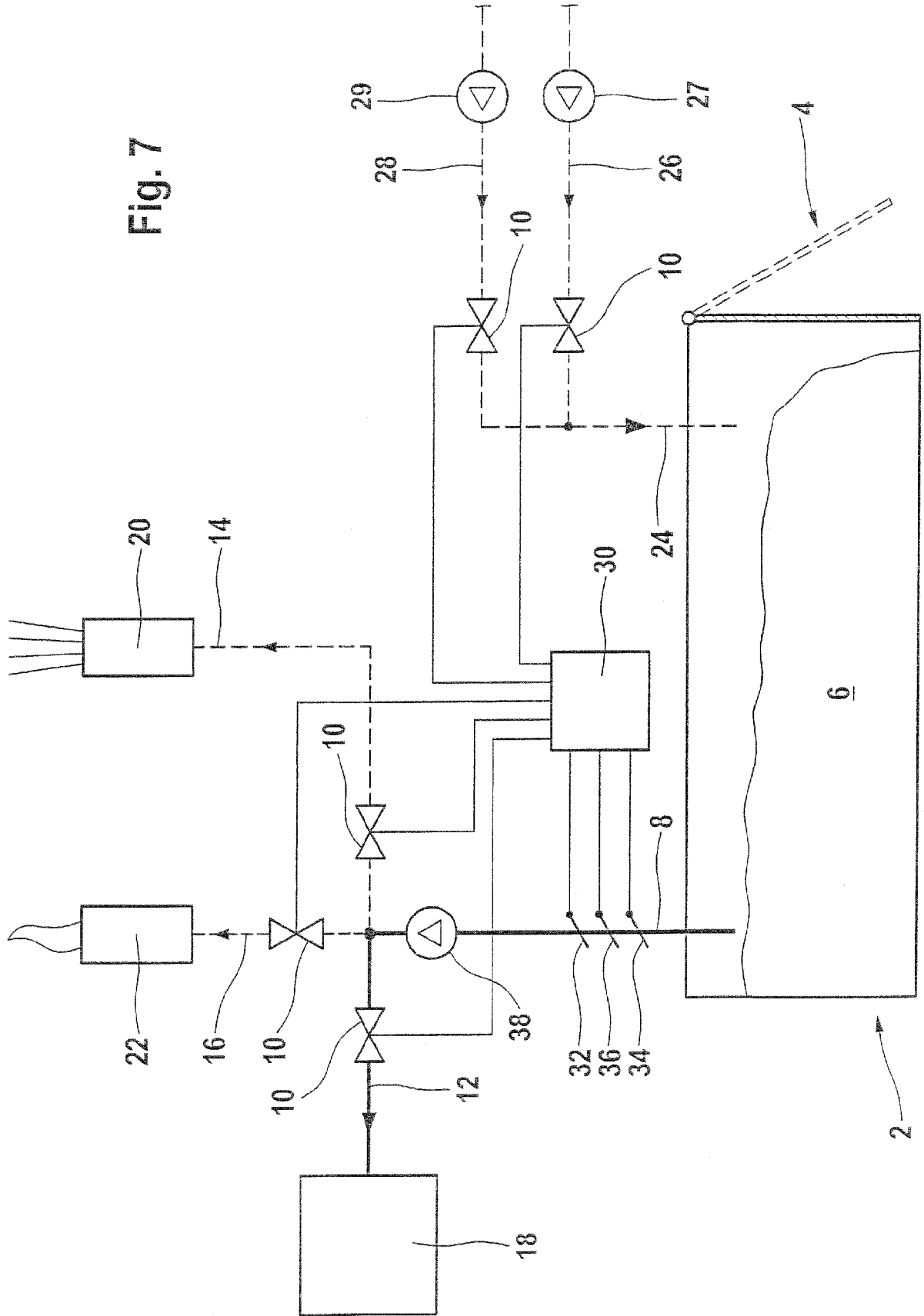
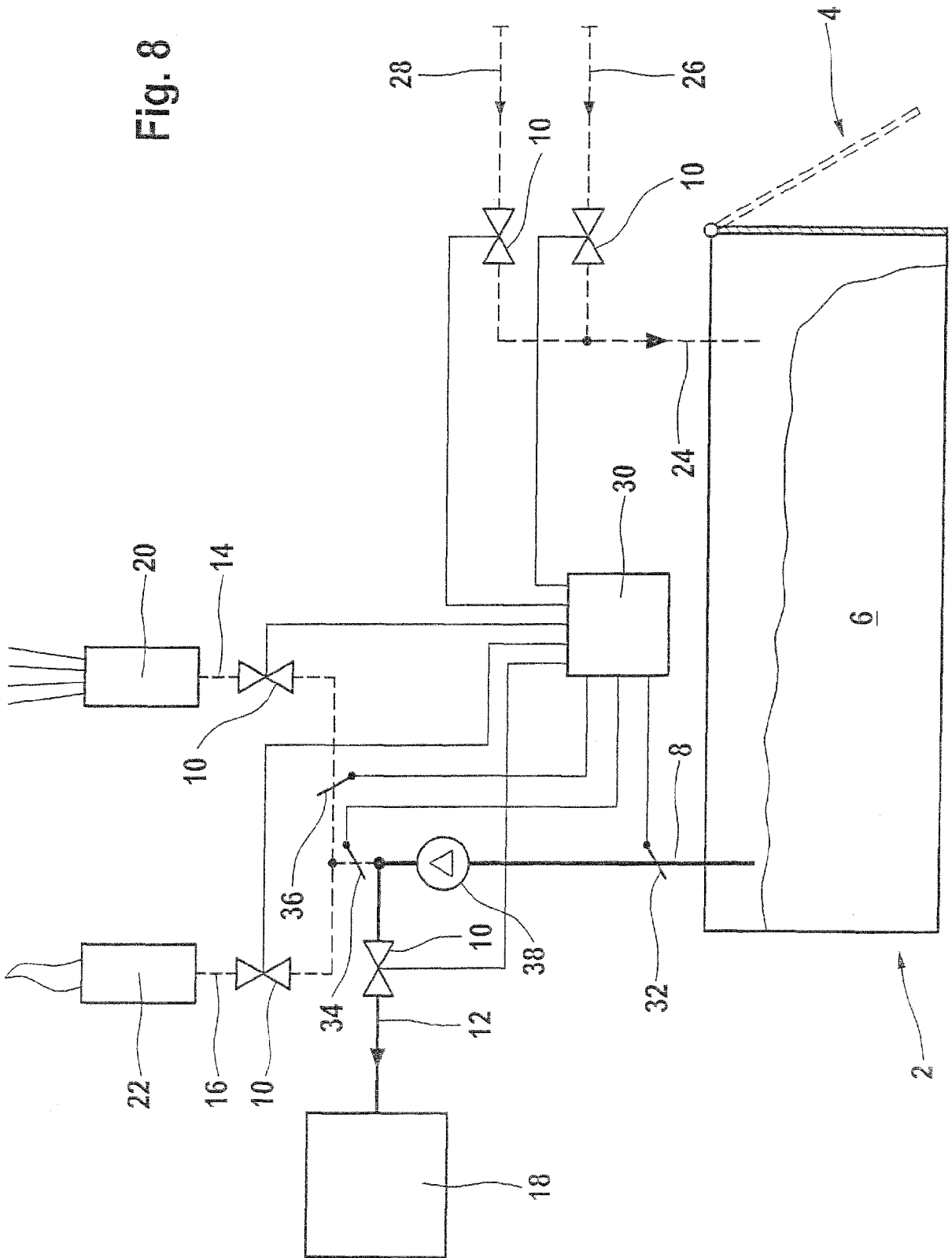


Fig. 8



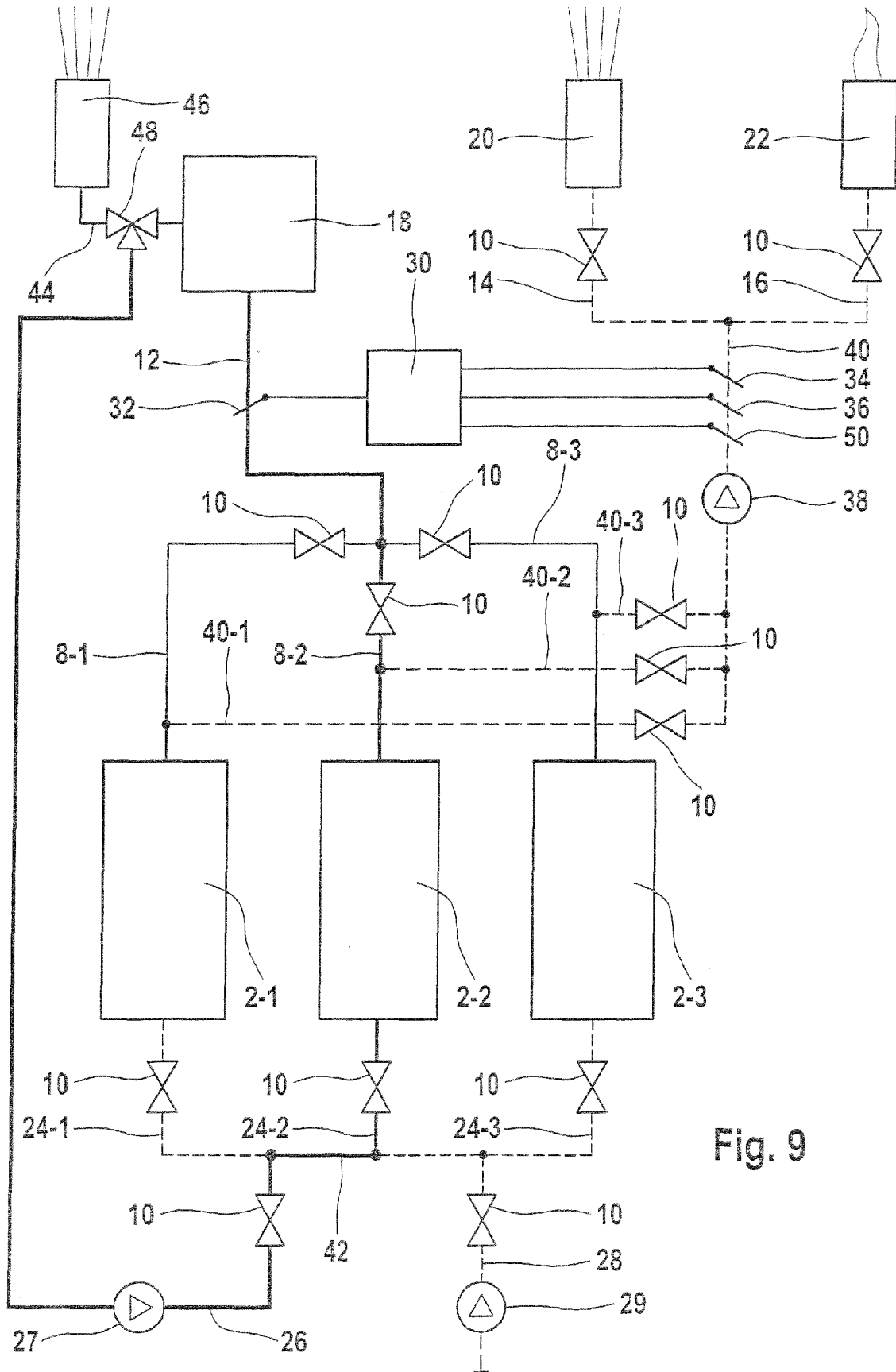


Fig. 9

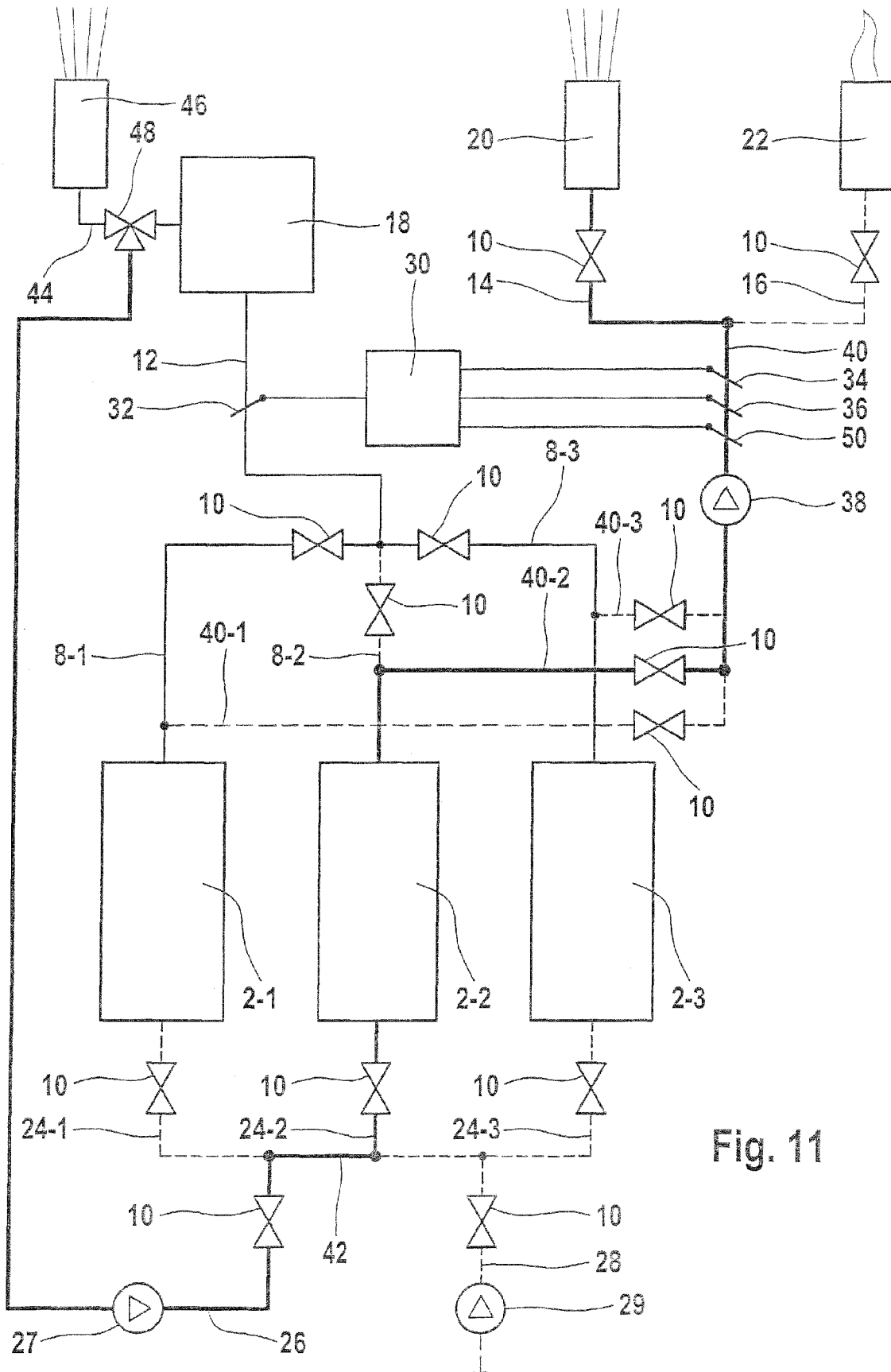


Fig. 11

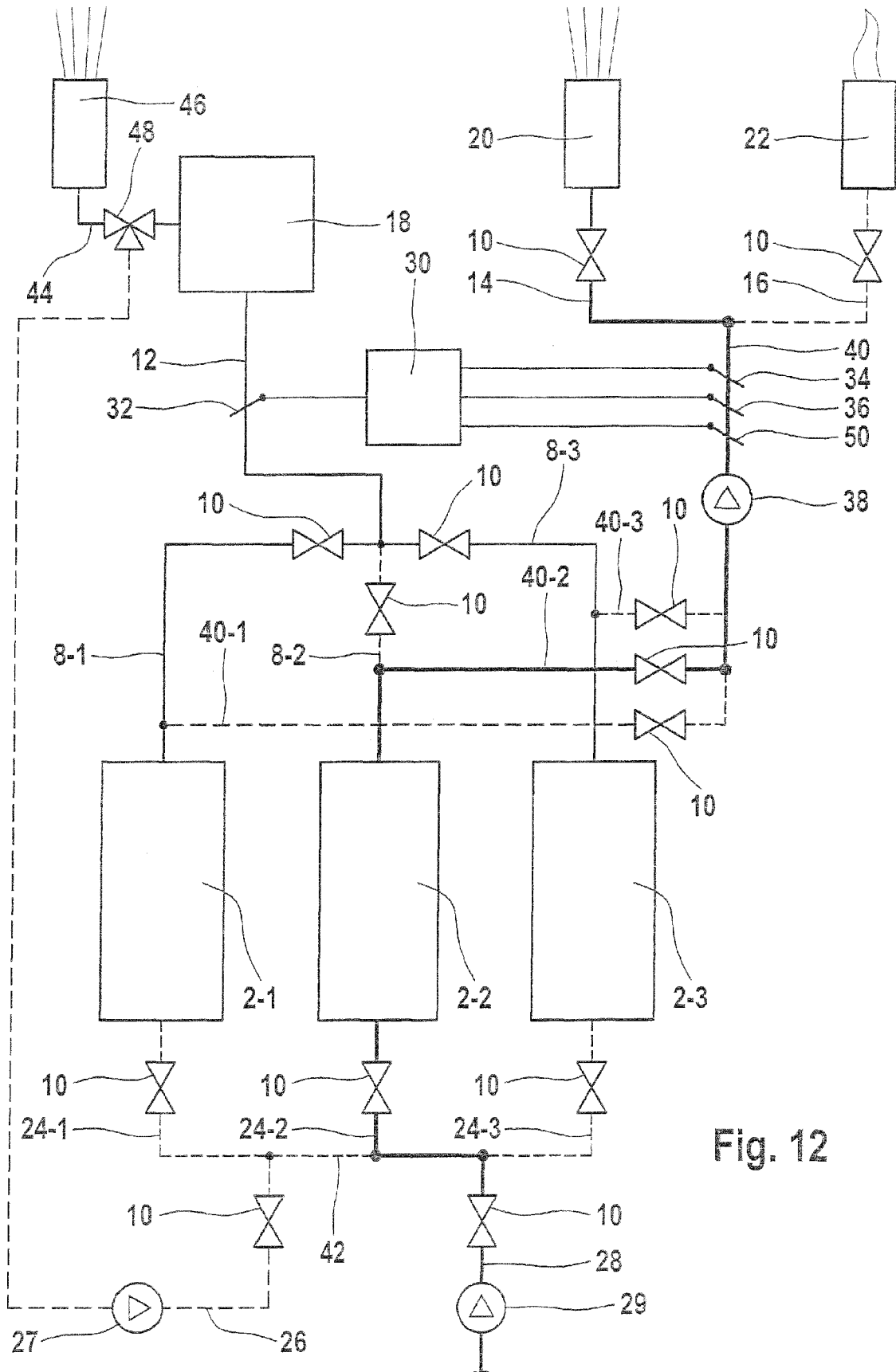


Fig. 12

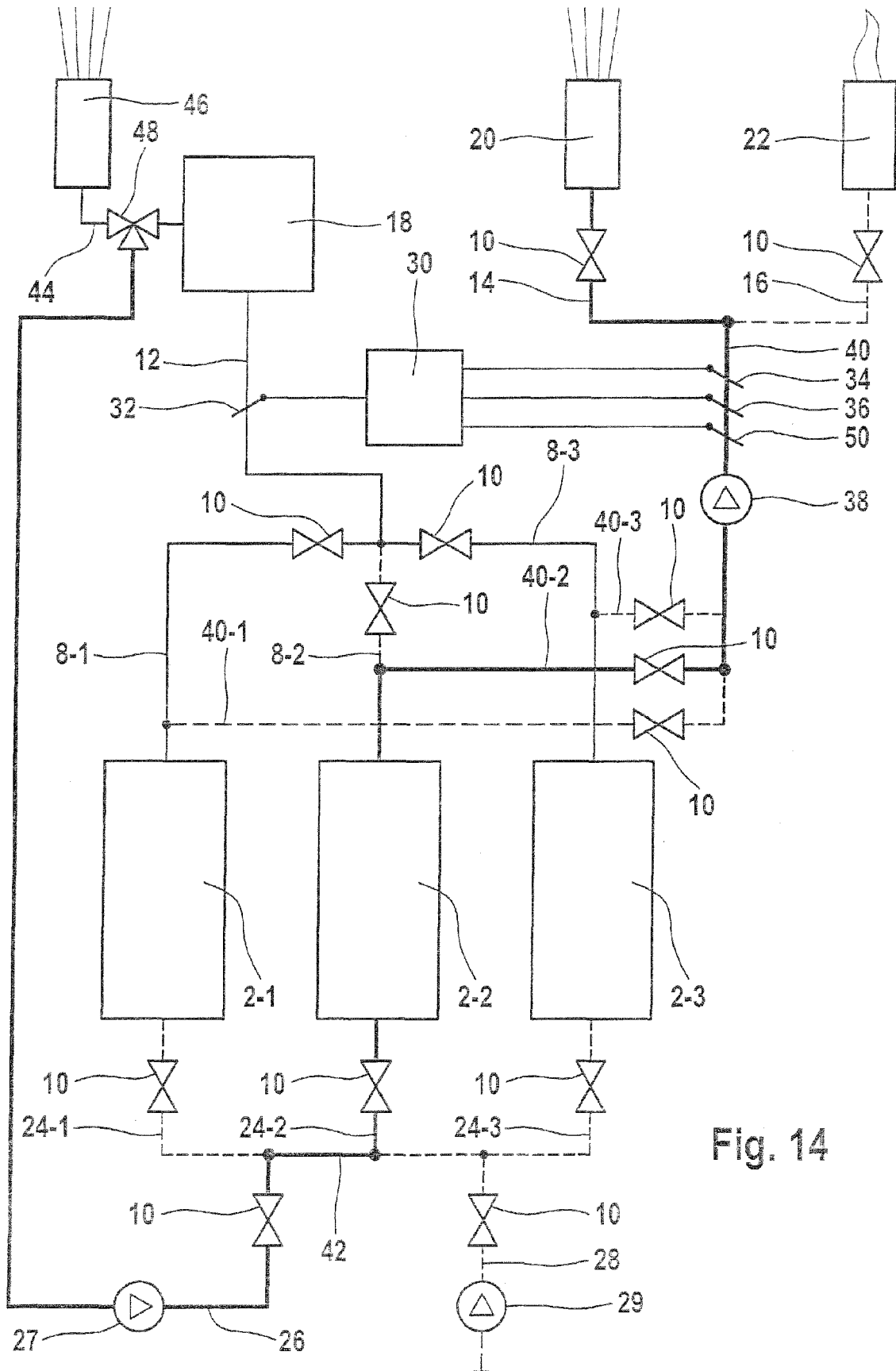


Fig. 14

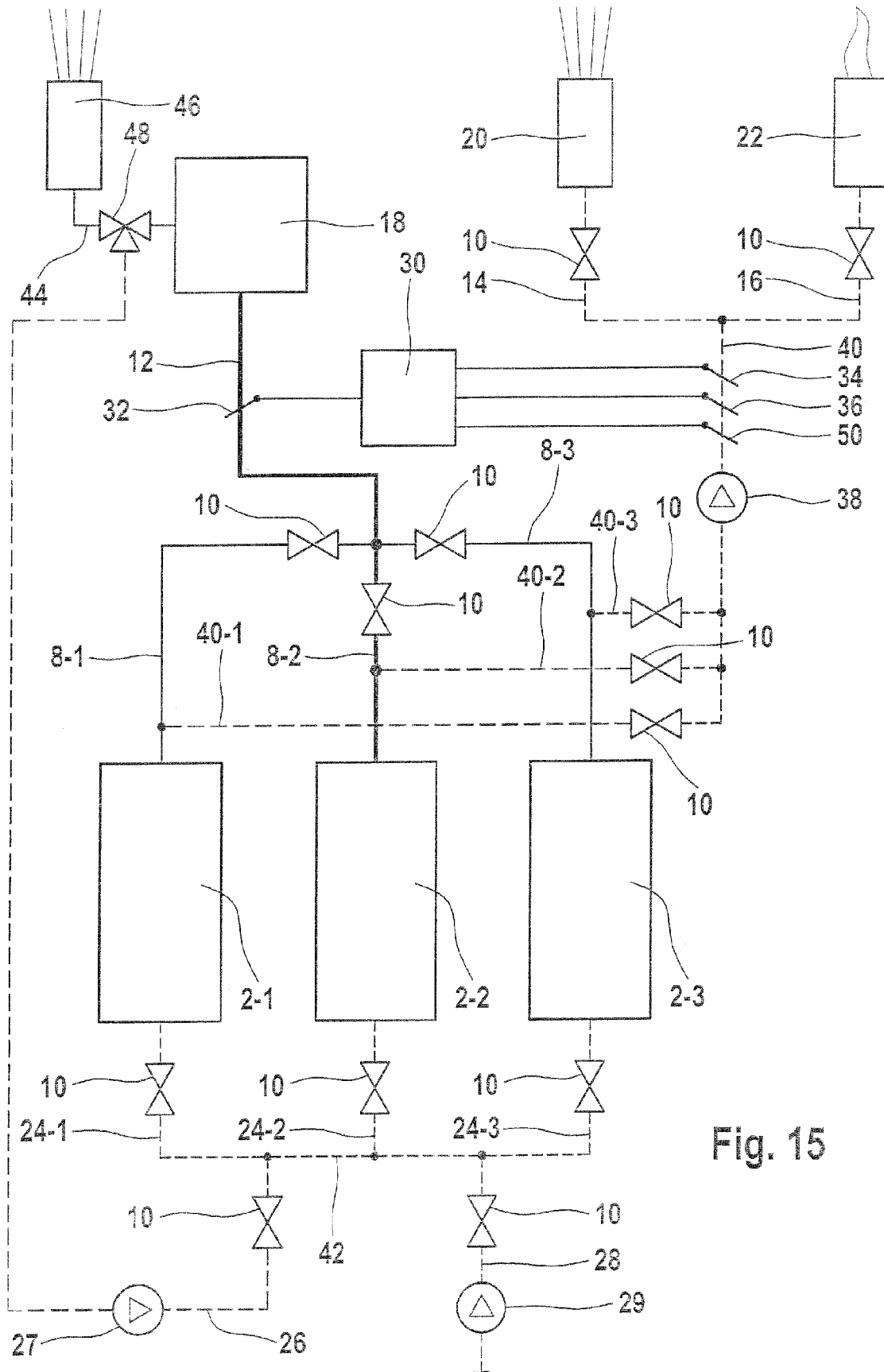


Fig. 15



| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A | EP 1 681 274 A (ORGAWORLD B V [NL]) 19. Juli 2006 (2006-07-19) * Absätze [0010] - [0013] * * Absätze [0026] - [0028] * * Absatz [0030] * * Absätze [0032] - [0035] * * Spalte 8, Zeile 8 - Spalte 9, Zeile 17 * * Spalte 9, Zeile 56 - Spalte 10, Zeile 13 * * * Abbildungen 1,9 * ----- | 1-19 | INV. C12M1/107 |
| A | DE 203 19 847 U1 (LUTZ PETER [DE]) 4. Mai 2005 (2005-05-04) * Absatz [0028] * * Absatz [0059] - Absatz [0062] * ----- | 1-19 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| | | | C12M C12P |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort Berlin | | Abschlußdatum der Recherche 17. September 2008 | Prüfer Cubas Alcaraz, Jose |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | |

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 15 6915

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-09-2008

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| EP 1681274 | A | 19-07-2006 | CA | 2533213 A1 | 17-07-2006 |
| ----- | | | | | |
| DE 20319847 | U1 | 04-05-2005 | KEINE | | |
| ----- | | | | | |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0934998 A [0002]
- WO 0206439 A [0004] [0021]
- EP 1301583 B1 [0007]
- EP 1301583 B [0008]